



Estudios viales para mejoramiento de barrios informales bajo un enfoque de movilidad

road improvement studies of informal areas mobility in approach

RUBBY STELLA PARDO PINZÓN¹ & JANNETH PARDO PINZÓN²

¹Docente investigadora Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. ² Docente investigadora Universidad Distrital Francisco José de Caldas, del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Correspondencia: *rspardop@udistrital.edu.co **jpardop@udistrital.edu.co.

RECIBIDO: marzo 10/2011 MODIFICADO: julio 10/2011 ACEPTADO: Agosto 10/2011

RESUMEN

El crecimiento desarticulado de la ciudad, producto de barrios de origen informal, que actualmente alcanzan 1,3 millones de hogares, ha llevado al Estado colombiano a buscar mecanismos y estrategias tendientes a corregir y regularizar las deficiencias urbanas y ambientales para lograr la integración de la ciudad.

Sin embargo, debido al origen de los barrios sin estructura ni orden urbano y el grado de consolidación en que se encuentran, se ha dificultado la articulación de los proyectos por la exigencia en el cumplimiento de las normas urbanas de la ciudad formal, que son difíciles de aplicar en estos sectores.

En este artículo se pretende profundizar en los conceptos de movilidad, accesibilidad y conectividad, así como en la metodología que se viene aplicando en otros países en los estudios viales, para lograr una movilidad más eficiente, equitativa y humana.

Palabras claves: accesibilidad, conectividad, estudios viales, informalidad urbana, movilidad.

ABSTRACT

The growth of the city dismantled generation product informal neighborhood of origin, which currently reaches 1.3 million households Colombia, has led the state to find mechanisms and strategies that address and regulate the urban and environmental shortcomings to achieve integration of the city.

However, since the origin of the districts without structure or urban order and degree of consolidation in which they are, has hampered the coordination of the projects due to the requirement in compliance with the city's urban formal, are difficult to apply in these sectors.

In this context it is intended to develop research, delve into the concepts of mobility, accessibility and connectivity, and the methodology have been applied in other countries where road studies, to making mobility more efficient, equitable and humane.

Keywords: accessibility, connectivity, road studies, urban informality, mobility.

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes problemáticas que afecta el desarrollo de las ciudades es la acelerada densificación urbana, que en 1950 representaba 30% de la población mundial, para el año 2000 alcanzó el 47% y para el 2030 se espera que llegue al 61% (Ortiz & Guarnica, 2008). Esta densificación es atribuida en la mayoría de los casos a procesos migratorios de comunidades, especialmente campesinas, hacia las grandes ciudades.

Frente a este crecimiento acelerado, y ante la ausencia de políticas de Estado para garantizar el fácil acceso a la vivienda a estos nuevos pobladores, las ciudades se ven enfrentadas al fenómeno de ilegalidad en la tenencia de la tierra. Clichevsky (2000) afirma que de todos los tipos de informalidad, la adquisición ilegal de la tierra es la forma más extendida de hábitat popular en América Latina, que llega al 50% de las viviendas edificadas en ciudades de Colombia, Nicaragua y El Salvador, entre otras.

Detrás de la ilegalidad viene la informalidad de la construcción de las viviendas, lo que ha llevado a variar la estructura urbana de las ciudades y a su crecimiento desarticulado. Actualmente, 1,3 millones de hogares colombianos viven en sectores informales¹ (CONPES 3304); este hecho ha llevado al Estado a buscar mecanismos y estrategias tendientes a legalizar, regularizar su estructura y minimizar las deficiencias urbanas a fin de lograr la integración de la ciudad.

Una de las estrategias que se ha promovió en Bogotá, desde la década de 1980, es la puesta en marcha del Programa de Mejoramiento Integral de

Barrios (PMIB) en los asentamientos de origen informal, el cual busca apoyar la implementación de proyectos en los sectores prioritarios de vivienda, tránsito y transporte, medio ambiente, agua y saneamiento (CONPES 3304).

Sin embargo, durante la implementación de estos programas se han encontrado dificultades, como la deficiencia en la concordancia de las normas nacionales y locales para desarrollar los PMIB. Por ejemplo, en el momento de implementar programas para mejoramiento vial o de redes de servicios, la exigencia en el cumplimiento de la norma establecida para la ciudad formal es difícil de aplicar en estos barrios, dada la estructura de origen, su morfología y el grado de consolidación en que se encuentran.

En materia de transporte, se puede decir que es uno de los sectores que enfrenta más dificultades a la hora de definir o regularizar las rutas. Esta dificultad se debe, básicamente, a que las secciones viales en estos barrios carecen del espacio requerido para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas actuales, las cuales atienden a estudios de oferta y demanda y a políticas para la implementación de sistemas de transporte masivo.

Este artículo refleja la necesidad de abordar, bajo una investigación, la problemática que se viene presentando en la aplicación de las normas distritales, que dificultan la articulación de proyectos de movilidad urbana en barrios informales, y esboza como estrategia para aportar soluciones a este inconveniente la inclusión de nuevos criterios, tales como movilidad, accesibilidad y conectividad, que permitan modelar con base en el origen de los barrios las necesidades de desplazamientos de las personas, a partir de sus condiciones socioeconómicas, de los usos del suelo y de las características urbanas.

El artículo está dividido en cuatro partes. La primera presenta el marco legal que sustenta la nece-

1 Muñoz (2004) definió los asentamientos humanos de origen informal como "procesos urbanísticos que no cumplen con los requisitos de ley a los cuales se somete toda construcción, entre otros a solicitud de licencia de urbanización o de construcción, la dotación de servicios públicos, permisos para la intervención y ocupación del espacio público, en cumplimiento de las normas urbanísticas y de edificación".



sidad de actualizar los estudios viales en los barrios legalizados y los criterios adoptados por las entidades distritales competentes para caracterizar los corredores de transporte; la segunda desarrolla un breve marco de antecedentes, que trata de explicar la necesidad de abordar los estudios viales bajo conceptos de movilidad, accesibilidad y conectividad, como nuevo enfoque para pasar del simple estudio de desplazamientos al análisis del individuo en su realidad; la tercera presenta la propuesta metodológica para la inclusión de los criterios; por último se presentan las conclusiones.

CRITERIOS TÉCNICOS PARA ADELANTAR ESTUDIOS VIALES

La administración distrital, a través de la Ley 9.^a de 1989, estableció el procedimiento de legalización para reconocer, regular y llevar a cabo la reglamentación urbanística de los asentamientos informales. Entre estos procedimientos se establecieron exigencias de tipo urbano y de secciones viales que, dado el grado de consolidación de algunos sectores, no fue posible regular.

Frente a estas condiciones, la Administración Distrital ordenó, por medio del Decreto 606 de 2007, la revisión y actualización vial en esos sectores a fin de mantener las exigencias urbanas solamente sobre los corredores indispensables para la movilidad y accesibilidad a las viviendas y aquellas que requieran redes de servicios.

Para llevar a cabo tal revisión, se ha realizado una serie de estudios inter-entidades que como criterios básicos para la definición de los nuevos corredores han tenido en cuenta la sección vial, la topografía, las pendientes, los radios de giro, la ubicación en sectores de alto riesgo, los corredores de transporte público, la continuidad y conectividad con la red vial arterial, la cantidad y el tipo de flujo vehicular que circulan por el corredor, así como las características urbanísticas de los sectores. Además

se han tenido en cuenta las rutas alimentadoras y las rutas secundarias para el sistema integrado de transporte público (SITP).

Pese a que los criterios mencionados obedecen a requerimientos técnicos, ambientales y urbanos de gran incidencia para garantizar la seguridad, la capacidad de las vías, las características de operación de los vehículos, la velocidad, entre otros, se sabe que actualmente las políticas de transporte enfatizan en la importancia de la planificación y la gestión de la infraestructura que asegure movimientos económicamente eficientes.

Por lo anterior, se requiere la integración de las dimensiones económicas, sociales, ambientales y urbanas en los estudios viales actuales. Los criterios de movilidad, accesibilidad y conectividad permiten integrar las variables mencionadas para comprender las necesidades reales de las personas.

La búsqueda de la aplicación de estas nuevas alternativas en los estudios viales, bajo el concepto de movimientos económicamente eficientes, permitiría no solo flexibilizar las normas, también implementar nuevos modos de transporte basados en las capacidades económicas de las personas, en sus necesidades y en la utilización de la infraestructura vial existente.

ANTECEDENTES PARA ADOPTAR NUEVOS CRITERIOS EN LOS ESTUDIOS VIALES EN BARRIOS INFORMALES

A partir de lo anterior, nace la iniciativa de profundizar en el desarrollo de los conceptos y las metodologías que se vienen aplicando en otros países donde la planificación urbana y de transporte ha favorecido la movilidad colectiva logrando consolidar urbes densas.

Montezuma (2000) explica que abordar los estudios bajo el concepto de movilidad es otra forma

de entender la estructura de la ciudad y su relación con el transporte, considerando adicionalmente dimensiones sociodemográficas, económicas, políticas y espaciales, que permiten pasar del simple análisis de los desplazamientos a la observación de los individuos en su realidad.

El mismo autor advierte que al omitir en las encuestas de desplazamientos factores como las estrategias residenciales, la elección del tipo de trabajo, el tiempo y el dinero, se pueden llegar a marginar aún más de la movilidad a las personas menos favorecidas, por el aumento en la inversión en tiempo y dinero que les puede representar la forma como se aborde la planificación del transporte.

En un estudio sobre movilidad laboral en Madrid, García (2006) se realizó un análisis bajo un enfoque territorial, asociando variables sociodemográficas o territoriales para tratar de explicar la movilidad generada y atraída por varios municipios. A partir del estudio, se resalta que, dada la importancia que ha cobrado la movilidad en los últimos años, entendida desde la necesidad de desplazamiento de las personas, se debe modificar la forma de recoger la información referente a la población o modificar conceptos estadísticos tradicionales de los censos.

Desde su enfoque, aclara que actualmente se hace necesario recoger información sobre el lugar de trabajo o estudio, diferenciando por categorías, preguntar sobre el número de desplazamientos diarios que se realizan, el modo de desplazamiento utilizado y el tiempo de la duración del viaje, pues todas estas variables permiten conocer qué limita o favorece la capacidad de la población para desplazarse en función de su nivel de renta, motorización, actividad, entre otros.

Matiz (2005) precisa que si el propósito del transporte y del tráfico es facilitar el movimiento de

personas y mercancías, los estudios se deben enfocar en la búsqueda de la sostenibilidad a través de los medios de transporte que faciliten los desplazamientos con el menor impacto ambiental y social.

Bajo su enfoque, la movilidad puede ser entendida, por una parte, desde la capacidad que el individuo posee para el movimiento en su vida diaria y, por otra, desde la facilidad con que cuente el individuo para viajar de acuerdo con sus necesidades y posibilidades.

Junto a las variables de movilidad cabe resaltar la importancia de abordarla accesibilidad y la conectividad. La primera porque puede ser medida en términos del tiempo y el costo que le representa a una persona alcanzar un bien o servicio; la segunda porque, según Cardozo *et al.* (2009), el incremento de las conexiones a través del tiempo significan mayor cohesión espacial para el territorio. Es decir, una red con baja conectividad genera más pérdidas de tiempo o requiere mayor número de transbordos.

En términos de accesibilidad, Matiz señala que una mayor accesibilidad a los diferentes usos del suelo significa que se necesitan menos viajes físicos o menor movilidad para la realización de actividades y que la población pueda pues escoger buenas alternativas de transporte.

A partir de estos antecedentes se demuestra la importancia que en los últimos años ha tomado el estudio de la movilidad basada en la realidad del individuo. Es decir, como lo explica Montezuma (2003), se debe pasar del análisis de los desplazamientos de los vehículos, ya que no son estos los que requieren movilizarse, sino las personas bajo diferentes condiciones.

Por tanto, no se pueden seguir implementando planes rígidos, muchas veces producto de decisiones políticas, incapaces de responder a las verda-



deras necesidades de las personas, que en muchos casos causan fuertes impactos sociales no medidos en los actuales estudios viales.

El transporte, por ser un servicio público esencial, debe ser estudiado desde las personas y para las personas; no puede seguir siendo visto como una herramienta de crecimiento económico, pues este crecimiento no es sinónimo de calidad de vida.

Desde esta perspectiva, se pretende hacer un aporte a los estudios viales actuales involucrando los criterios de movilidad entendida como la oportunidad de desplazamiento que tienen las personas para desarrollar o participar en varias actividades, lo cual puede ser medido a partir de sus condiciones socioeconómicas y espaciales.

La accesibilidad, medida en términos del tiempo o del costo requeridos para alcanzar los bienes o servicios, ya que bajo este enfoque se logra analizar las repercusiones económicas en el desarrollo de las actividades que le puede representar a un sector informal este aumento en tiempo y dinero; a la vez, para analizar en qué medida las decisiones que se toman durante la definición o regularización de las rutas de transporte en los barrios informales pueden aumentar o disminuir los índices de marginalidad.

La conectividad, entendida desde la importancia que representa para que puedan darse las interacciones humanas y desde el papel que desempeña en la accesibilidad a los bienes o servicios de una comunidad.

PROPUESTA METODOLÓGICA

Para el desarrollo de la investigación se propone una metodología basada en un análisis de redes, entendido como una herramienta para comprender la dinámica de la accesibilidad, la conectividad y, por ende, la movilidad en un territorio.

El análisis espacial de los datos se efectuará teniendo en cuenta la precisión de la localización de los datos espaciales así como el tratamiento estadístico mediante el cual se logre establecer el grado de conexión entre los elementos. Las tres formas básicas que se emplearán para describir los datos desde la perspectiva estadística, y como un paso para lograr la transformación de los elementos en información, son: la representación de los elementos por medio de grafos, la distribución de las frecuencias y la obtención de las medidas de tendencia central y de dispersión. A continuación se describe el proceso metodológico.

Definición del marco espacial

Las unidades de planeamiento zonal (UPZ), que se enmarcan en cada una de las localidades que conforman la ciudad de Bogotá, son representativas para abordar el problema de movilidad.

Para generar el análisis de los criterios viales es necesario establecer un marco espacial que corresponda a una zona representativa, y a la vez de gran impacto, del proceso de desarrollo informal, de tal manera que se pueda determinar cuál es su proceso evolutivo urbano.

Caracterización de la zona de estudio

Paralelo al análisis de redes viales bajo los criterios de accesibilidad y conectividad es necesario recopilar una serie de variables tendientes a analizar la movilidad basada en las características socioeconómicas de las personas en la zona de estudio; estas variables tienen que ver con: el nivel educativo, la actividad principal, el estrato socioeconómico del hogar, el tipo de empleo que tiene la persona que trabaja, motivos de viaje y medios de transporte utilizado en los viajes. Estos datos serán tomados de la encuesta de movilidad del año 2005, generada por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá.

Además, será necesario demarcar los usos del suelo y señalar los corredores de transporte presentes en la zona de estudio que requieren ser articulados con la red vial de los barrios formales. Para generar esta demarcación es necesario el empleo de herramientas tecnológicas que permitan la captura, la clasificación y la posterior correlación entre las variables señaladas.

La zona de estudio será estructurada a nivel computacional como una red de datos espaciales que puede ser soportada por la elaboración de un grafo, es decir, por un conjunto finito de nodos y arcos, el cual se obtendrá a partir del levantamiento de los datos en la zona de estudio. Para la captura de los datos es necesario tener en cuenta los principios topológicos de cada uno de los datos, es decir, su posición absoluta, su posición relativa, el grado de caracterización a través de los atributos y la forma en que deben ser representados espacialmente de acuerdo con la escala de trabajo establecida.

Estructuración de los grafos

Existe una variedad de estructuras con las que los grafos pueden ser representados a nivel computacional: una forma es generar un proceso de digitalización de la información; otra, estructurar los datos mediante una matriz de adyacencia, es decir, generar un arreglo de dos dimensiones en donde filas y columnas representan diferentes vértices del grafo. Los valores almacenados en cada campo de la matriz deben corresponder al peso que se le asigne a las aristas, dependiendo del grado de accesibilidad, conectividad y movilidad, que ellas tengan dentro de todo el marco espacial; este tipo de estructuración de información se conoce como grafo ponderado.

En la elaboración de la matriz es indispensable tener en cuenta la direccionalidad de los arcos; así, si un arco es bidireccional, tendrá dos entradas en la matriz: una que representa la ruta de ida (origen, destino) y otra la ruta de retorno (destino, origen).

Análisis de la estructura de la red

El análisis de la red estará basado en el estudio realizado por Madrid Soto (2003). Bajo este marco, el análisis de la estructura de la red estará centrado en el estudio de la distancia, la accesibilidad y la interacción espacial de los elementos, a fin de identificar los corredores viales que ofrecen las mejores condiciones en términos de tiempo, costo y las facilidades de acceso a las principales zonas de servicio. Para ello se podrá implementar uno de los siguientes métodos.

Análisis de distancia total: entendida como la suma de las rutas más cortas entre el nodo de destino i y todos los demás nodos en la red. Esta distancia puede ser expresada mediante:

$$DTi = \sum_k^n dik$$

Donde DTi es la accesibilidad de i ; dik es la longitud de la ruta más corta entre el nodo i y el nodo k ; y n representa el número de todos los nodos de la red. De esta manera, la distancia más corta indica la ruta óptima.

Análisis de tiempo total: este proceso muestra el límite de la accesibilidad de la red en un intervalo de tiempo determinado, el cual se puede expresar como:

$$TTi = DTi/V$$

($i = 1, 2, \dots, n$).

Donde TTi expresa el radio total de DTi medida con una velocidad V ; V representa el promedio de velocidad de las vías en la zona de estudio.

Análisis de la conectividad

El análisis de la conectividad se fundamentará en el número de arcos y nodos y en las relaciones que se establecen en función de sus cantidades para expli-



car el grado de optimización de los flujos de servicios que se desplazan a lo largo de la red; a mayor cantidad de nodos y arcos que contenga una red tendrá mayor conexión.

Según Soto, el grado de conexión de una red se puede identificar utilizando varios índices, beta, gamma, alfa y número ciclomático. Para este caso, se identificará el índice beta (β) a partir de la siguiente relación:

$$\beta = (\text{Número DE arcos/número de nodos})$$

Así cuando β sea igual a 0 significa que no existen arcos, por tanto se le denomina red nula; pero si β es igual a 1 significa que existe el mismo número de arcos y nodos y por tanto entre ellos se puede establecer un circuito.

El índice gamma basado en la relación del número de arcos existentes con el número máximo posible de ellos, siempre teniendo en cuenta el número real de nodos de la red.

$$\gamma = \frac{2a}{N(n-1)}$$

Soto explica que en esta relación la cercanía a 1 muestra que la red esta idealmente conectada.

El índice alfa, que se obtiene de la relación entre el número de circuitos existentes y el número máximo posible para lograr una red completa o cerrada.

$$\alpha = \frac{NC}{2(n-5)}$$

Correlación de las variables

Basados en los datos recopilados y en la caracterización de cada uno, es necesario filtrar las variables que ofrezcan las mejores condiciones para caracterizar la zona de estudio. Para ello se plantea

una matriz de correlación que evalúe rutas óptimas bajo las características de movilidad, accesibilidad y conectividad, así como los criterios técnicos utilizados en los estudios viales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el análisis de redes no es suficiente para entender la complejidad del territorio, es necesario tener en cuenta la correlación que pueda existir con otras variables tales como los criterios técnicos de diseño vial y las relacionadas con el componente socioeconómico.

Los resultados de la correlación de dichas variables estarán encaminados a proponer los criterios que deben ser tenidos en cuenta en los estudios viales en barrios de origen informal, para la definición de los corredores de transporte, a partir de la estructura urbana existente y de las necesidades de movilidad de las personas.

Presentación de resultados

- Los resultados finales tendrán diferentes formatos de salida, entre ellos:
- La generación de cartografía con las rutas óptimas.
- Generación de mapa de accesibilidad y conectividad.
- Generación de la matriz de correlación de variables.
- Generación del modelo digital de elevación.
- Generación de cartografía con usos del suelo y pendientes.
- Modelo de base de datos.
- Entrega de un manual de procedimientos metodológicos.
- Recomendaciones.

CONCLUSIONES

El planteamiento conceptual acentúa la necesidad de desarrollar los estudios viales bajo dimensiones más transversales de la ciudad y romper así con el

paradigma de los estudios sectoriales. La búsqueda de estas alternativas permitirá evaluar las ventajas y los inconvenientes de implementar nuevos modos de transporte a partir de la situación real de los individuos.

Con el desarrollo del trabajo se espera aportar nuevos lineamientos que ayuden a minimizar la necesidad que se expresa en el Plan de ordenamiento territorial, donde se expone que “no se cuenta con perfiles homogéneos continuos y coherentes con el espacio urbano y que es por esto que en la mayoría de los casos los proyectos de infraestructura vial no han generado espacios públicos adecuados con la dinámica, actividad y escala urbanas del espacio físico producido”.

El desarrollo de trabajos como este permite aportar elementos concretos acerca de la necesidad de replantear el enfoque de las políticas públicas en materia de planificación del transporte direccionadas más a las personas para mejorar su calidad de vida.

Adoptar criterios de movilidad, accesibilidad y conectividad puede contribuir a minimizar los impactos sociales de la implementación de nuevos modos de transporte en Bogotá, en la medida en que se logre validar la infraestructura vial existente.

BIBLIOGRAFÍA

- CARDOZO, O., E. L. GÓMEZ & M. A. PARRAS (2009). Teoría de grafos y sistemas de información geográfica aplicados al transporte público en pasajeros en Resistencia (Argentina). *Revista Transporte y Territorio* 1: 87-111.
- CLICHEVSKY, N. (2003). Algunas reflexiones sobre Informalidad y regularización del suelo urbano. *Revista Bitacora Urbano-Territorial* 14: 65-88.
- CONPES. (2009). Documento 3304: Lineamientos para la consolidación del Mejoramiento Integral de Barrios MIB. Bogotá: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial..
- DECRETO DISTRITAL 606 DE 2007. Por el cual se ordena la revisión y actualización vial en los Desarrollos Legalizados y en proceso de Legalización. Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Publicado en el Registro Distrital 3902 de diciembre 28 de 2007. Bogotá.
- GARCIA, J. C. (2006). Movilidad laboral en la Comunidad de Madrid. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia. Tesis Doctoral. Bogotá. p. 19-21-31
- MATIZ, J. (2005). Transporte - Estructura Urbana una interdependencia aún sin reconocer en la ciudad colombiana. Bogotá: Universidad Nacional. Facultad de Artes. Tesis maestría en Urbanismo.
- MONTEZUMA, R. (2003). Transformaciones urbanas y movilidad. Contribución al debate en América Latina. Programa de Gestión Urbana-UN_HABITAD. 2.^a ed. Quito. 62p.
- ORTIZ, C. & GARNICA, R. (2008). Accesibilidad espacial en la definición de territorios inteligentes. *Architecture, City and Environment*, 26: 759-766.
- SOTO, A. & ORTIZ L. (2005). Análisis y síntesis en cartografía. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía..